

THESIS



PEMODELAN DAN SIMULASI RELIABILITY KOMPONEN PESAWAT TERBANG TIPE BOEING 737 SERIES 300/400 DI PT. MERPATI NUSANTARA AIRLINES (PT.MNA)

FIRMAN YASA UTAMA

NRM : 2109 201 009



DOSEN PEMBIMBING :

1. Ir SUDIJONO KROMODIHADJO, MSc, PhD
2. Dr. M. NUR YUNIARTO, ST

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Merpati Nusantara Airlines (PT. MNA) sebagai salah satu maskapai penerbangan di Indonesia yang mengoperasikan berbagai jenis dan tipe pesawat terbang antara lain Boeing 737-300/-400 sebanyak 9 (sembilan) unit

Dasar kegiatan dan program perawatannya berasal dari petunjuk manufaktur produsen dalam *Operations Manual* yang dituangkan dalam *Continuous Airworthiness Maintenance Program* (CAMP). Kemudian disesuaikan dalam *Maintenance Planning Data* (MPD) sesuai dengan kondisi, iklim dan letak geografis negara Indonesia

Lanjutan....

1.1 Latar Belakang

Sejak tahun 2008 PT. MNA telah melakukan *Engineering Analysis* berasal dari *Daily Replaced Component Record* (DRCR) dan dilaporkan setiap triwulan dalam Analisa *Engineering Reliability Report*.

Hasilnya berupa ***Component Top Ten Removal Rate*** yang berisi 10 (sepuluh) komponen dengan nilai *Rate of Removal* tertinggi dan 3 (tiga) kriteria tren yaitu :

Down : Apabila kondisi *Rate of Removal* dalam 3 bulan cenderung **menurun** dari 3 bulan sebelumnya.

Upper : Apabila kondisi *Rate of Removal* dalam 3 bulan cenderung **naik** dari 3 bulan sebelumnya.

Level : Apabila kondisi *Rate of Removal* dalam 3 bulan cenderung **tetap**.

Lanjutan....

1.1 Latar Belakang

Sampai saat ini pihak perusahaan terus melakukan terobosan untuk mencari beberapa cara lain dalam melakukan *Engineering Analysis* tentang perbaikan dan penggantian komponen dikarenakan dari laporan *Component Top Ten Removal Rate* masih menunjukkan banyak kondisi **Upper** dari target yang diharapkan pada kondisi **Down** atau **Level**.

Dan tujuan yang diharapkan secara umum dari suatu program perawatan *equipment* apapun adalah bagaimana meningkatkan MTBF dan **menurunkan MTTR** atau **MDT** sehingga **Availability** juga **meningkat**. Sehingga dari hasil kondisi *Engineering Analysis* perusahaan bisa dikatakan telah terjadi penurunan *availability*.

1.2 Rumusan & Batasan Masalah

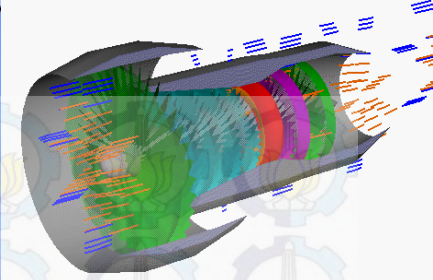
Rumusan Masalah

- Faktor apa yang menyebabkan turunnya *Availability* dan bagaimana upaya meningkatkannya.

Batasan Masalah

- 1) Penelitian hanya dilakukan pada armada pesawat terbang milik PT. Merpati Nusantara Airlines Boeing 737-300/-400.
- 2) Penelitian berdasarkan *Daily Replaced Component Record* dan *Engineering Reliability Report* selama 5 tahun (2005-2010).
- 3) Tidak membahas aspek biaya investasi maupun biaya operasional perusahaan.

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian



Tujuan Penelitian

- 1) Menganalisa faktor penyebab turunnya *Availability*.
- 2) Mengkaji data *Engineering Reliability Report* atau *Engineering Analysis* tentang perbaikan dan penggantian komponen sebagai pembandingan dengan hasil pemodelan dan simulasi dalam penelitian ini.

Manfaat Penelitian

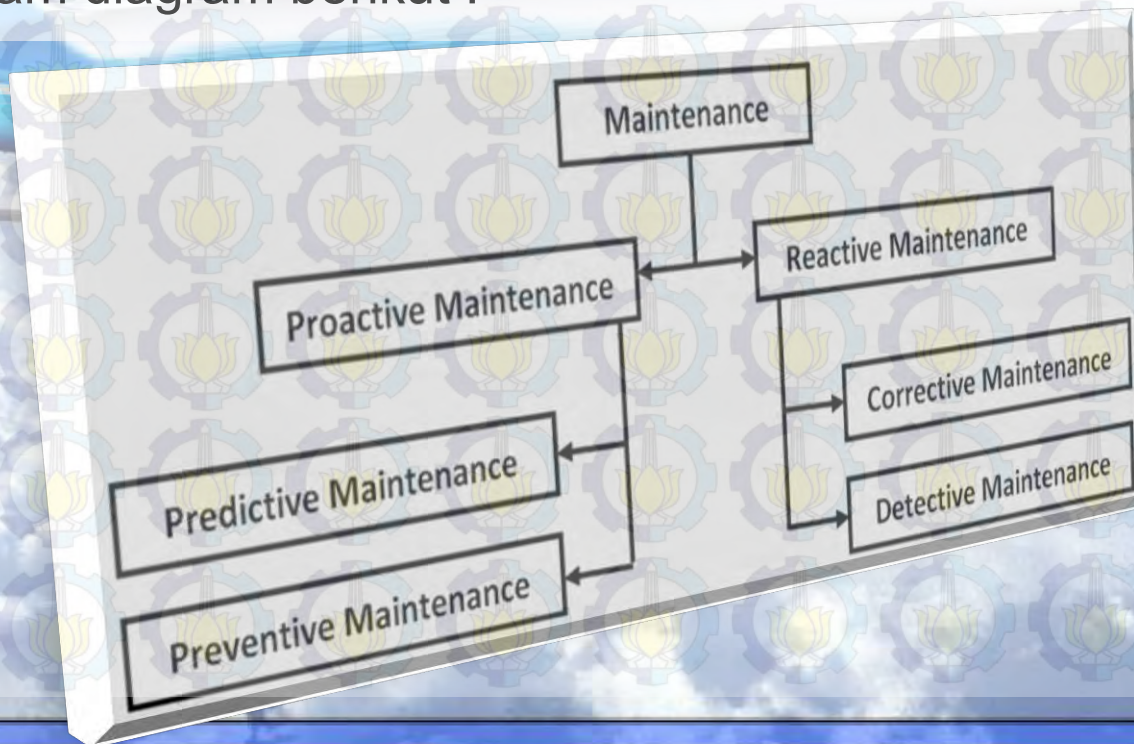
- 1) Bisa digunakan sebagai bahan perbandingan untuk memperdalam wawasan tentang metode *maintenance*.
- 2) Dengan melakukan proses simulasi dan beberapa metode analisa diharapkan dapat mengetahui penyebab turunnya *Availability* sistem dan bagaimana meningkatkannya agar *Reliability* juga meningkat.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perawatan Pesawat Terbang

Secara garis besar, kegiatan *maintenance* dibagi menjadi 2 (dua) kelompok besar, yaitu perawatan *Proactive* dan *Reactive* seperti dalam diagram berikut :



Perawatan Preventif pada Pesawat Terbang

- 1) **Hard Time**, merupakan perawatan yang dilakukan berdasarkan batas waktu dari umur maksimum suatu komponen pesawat antara lain berdasarkan:
 - ✓ Limit *Calender*
 - ✓ Limit *Flight Hours (Time since new/Time since overhaul)*
 - ✓ Limit *Total Cycle*
- 2) **Perawatan On-Condition** (Analisa kerusakan), merupakan perawatan yang memerlukan inspeksi untuk menentukan kondisi suatu komponen pesawat terbang.

Perawatan Korektif pada Pesawat Terbang

Dikenal pula dengan nama **Condition Monitoring**, yaitu perawatan yang dilakukan setelah ditemukan kerusakan pada suatu komponen dengan cara memperbaiki/mengganti komponen tersebut.

Interval yang dijadikan pedoman untuk melaksanakan program perawatan ini adalah :

- ☐ **Flight Hours** : Merupakan interval inspeksi yang didasarkan pada jumlah jam operasional suatu pesawat terbang.
- ☐ **Flight Cycle** : Merupakan interval inspeksi yang didasarkan pada jumlah "takeoff-landing" yang dilakukan suatu pesawat terbang. Satu kali *takeoff-landing* dihitung satu *cycle*.
- ☐ **Calendar Time** : Merupakan interval inspeksi yang dilakukan sesuai dengan jadwal tertentu.

Pemeriksaan Periodik (Rutin)

- ☐ **Major Maintenance**, Adalah kegiatan *maintenance* yang dilakukan pada *engine*, *propeler*, *landing gear* dan *Auxiliary Power Unit*.
- ☐ **Minor Maintenance**
 - ✓ *Transit Check*
 - ✓ *Preflight Check* atau *Before Departure Check*
 - ✓ *Daily Check*
 - ✓ *Overnight Check*
 - ✓ *Weekly Check*
- ☐ **Heavy Maintenance**
 - ✓ *A Check*
 - ✓ *B Check*
 - ✓ *C Check*
 - ✓ *D Check*

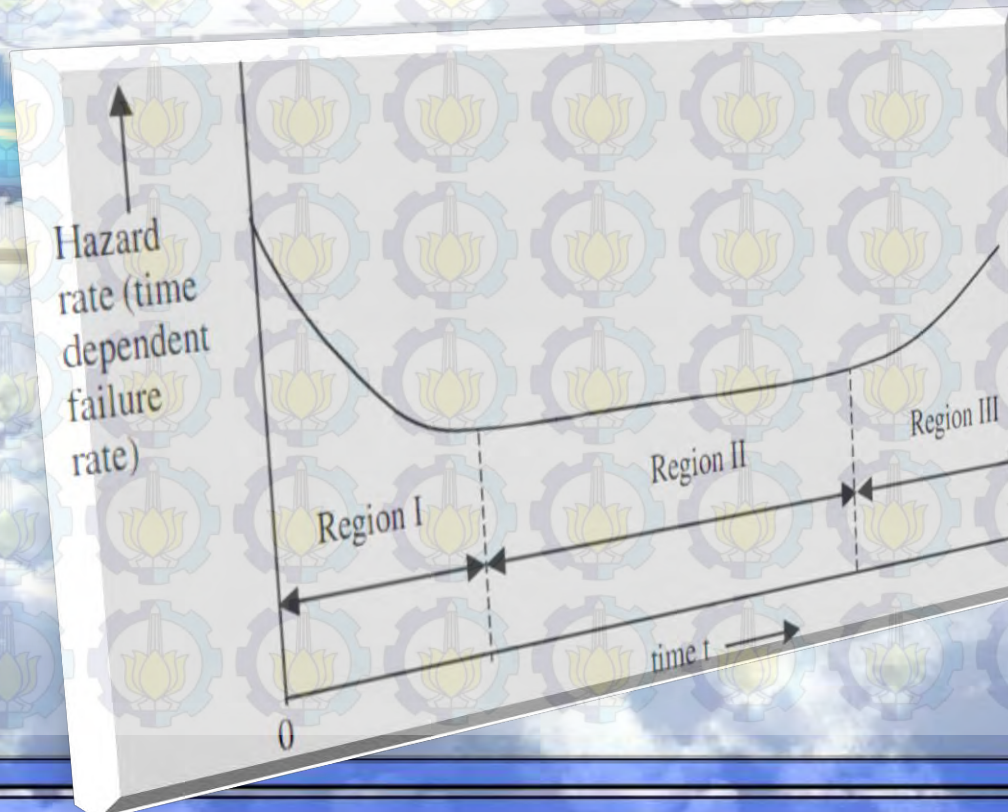
Component Maintenance Program

Data *Daily Replaced Component Record* (DRCR) yang telah *breakdown* telah diambil 10 (sepuluh) peringkat tertinggi komponen/*Top Ten of Component* yang sering mengalami *fail* program perawatan tersendiri

No.	ATA	Nomenclature	No.of Compt.	Maintenance Program
1	32	Nose Wheel	2	HT (Hard Time)
2	35	Oxygen Bottle	2	HT (Hard Time)
3	32	Main Wheel	4	HT (Hard Time)
4	32	Brake Unit	4	HT (Hard Time)
5	23	VHF Nav. Receiver	2	OC (On Condition)
6	34	IRU (Inertial Reference Unit)	1	CM (Condition Monitoring)
7	49	APU (Auxiliary Power Unit)	1	CM (Condition Monitoring)
8	21	Cabin Pressure Controller	1	CM (Condition Monitoring)
9	23	Cockpit Voice Recorder	1	CM (Condition Monitoring)
10	22	ATC Transponder	2	OC (On Condition)

Teori Keandalan (*Reliability*)

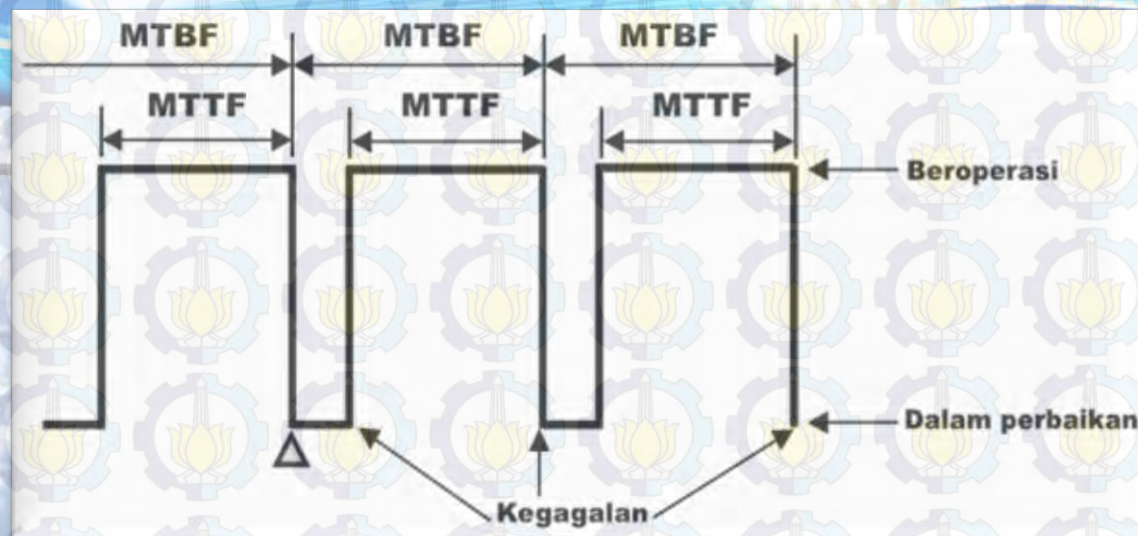
Keandalan suatu produk dapat dijabarkan sebagai nilai probabilitas komponen-komponen yang menyusun produk tersebut dapat berjalan sebagaimana mestinya dalam jangka waktu tertentu. Seperti pada gambar *Bathtub Curve* :



MTBF & MTTF

MTBF (Mean Time Between Failure) dan **MTTF (Mean Time To Fail)**, Adapun formulasinya secara umum :

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Total Uptime}}{\text{Number of failures}}$$



Perbedaan MTBF dan MTTF

MTTR dan MDT

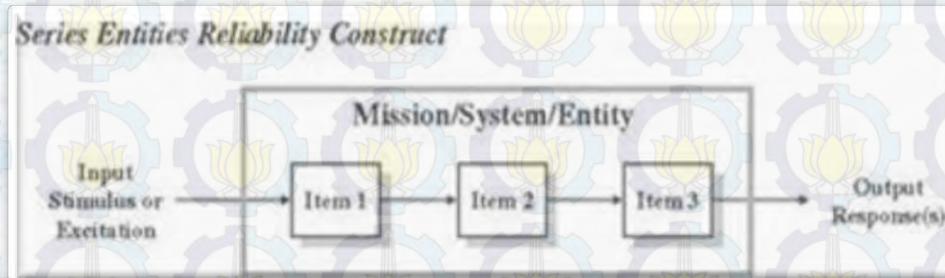
Suatu *equipment* dalam kondisi sedang diperbaiki/mengalami penggantian dengan tujuan agar bisa operasional kembali dapat dinyatakan dengan istilah MTTR dan MDT. Formulasi umum dapat dinyatakan :

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Jumlah total waktu perbaikan}}{\text{Jumlah perbaikan}}$$

dan

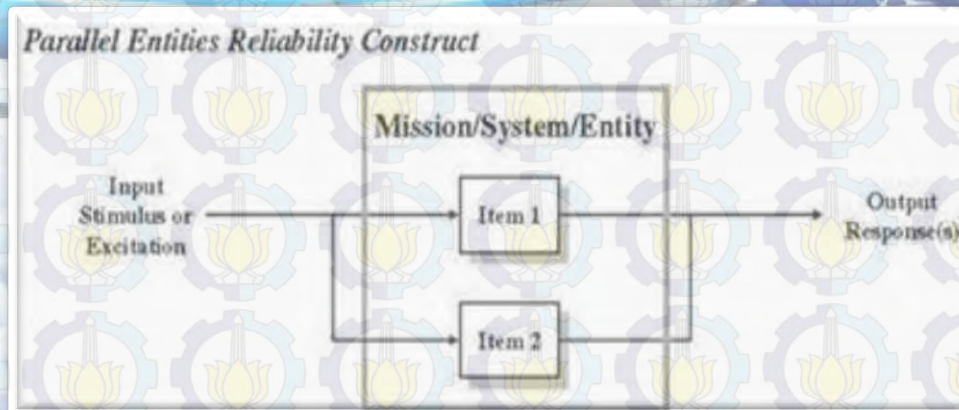
$$\text{MDT} = \frac{\text{Jumlah total lamanya Downtime}}{\text{Jumlah Downtime yang terjadi}}$$

Keandalan Sistem



$$R_{\text{seri}} = (R_1)(R_2)(R_3) \dots (R_n)$$

Konstruksi sistem *reliability* secara seri



$$R_{\text{parallel}} = 1 - [(1 - R_1)(1 - R_2)(1 - R_3) \dots (1 - R_n)]$$

Konstruksi sistem *reliability* secara parallel

Availability

Availability adalah indikator yang menunjukkan keandalan mesin/ *equipment* dari suatu sistem. *Availability* mengacu pada indikator lama waktu mesin *downtime* dan lama waktu untuk *setup* dan *adjustment*. Secara umum dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Availability} = \left[\frac{\text{Waktu Operasi}}{\text{Waktu Operasi} + \text{Down Time}} \right] \times 100\%$$

$$A = \frac{\text{Up time}}{\text{Total time}}$$

$$= \frac{\text{Up time}}{\text{Up time} + \text{Down time}}$$

$$= \frac{\text{Average of } (t)}{\text{Average of } (t) + \text{Mean down time}}$$

$$= \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MDT}}$$

Model Distribusi

Ada beberapa jenis distribusi kontinyu yang pada umumnya digunakan yaitu distribusi Eksponensial, Weibull, Normal, dan Lognormal.

Parameter-parameter distribusi :

- ☐ *Probability Density Function* (PDF)
- ☐ *Cumulatif Distribution Function* (CDF)
- ☐ Keandalan (R)
- ☐ Laju Kegagalan (λ)
- ☐ Waktu Rata-rata Antar Kegagalan (MTBF)

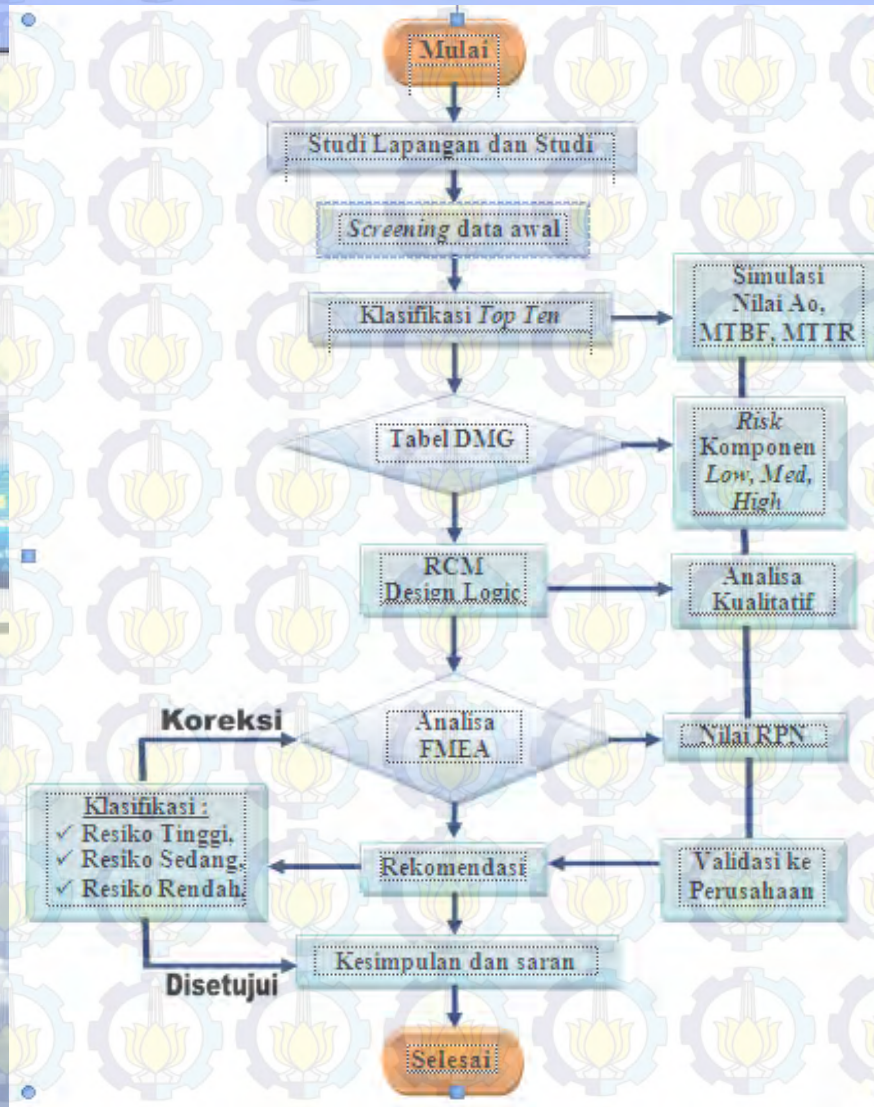
Jumlah komponen, waktu acuan TTR dan interval penggantian

No.	Nomenclature	Jml	TTR & Interval*)	
1	Nose Wheel	2	30 Min	25-35 Min
2	Oxygen Bottle	2	15 Min	10-20 Min
3	Main Wheel	4	30 Min	25-35 Min
4	Brake Unit	4	30 Min	25-35 Min
5	VHF Nav. Receiver	2	25 Min	20-30 Min
6	IRU (Inertial Reference Unit)	1	25 Min	20-30 Min
7	APU (Auxiliary Power Unit)	1	300 Min	295-305 Min
8	Cabin Pressure Controller	1	25 Min	20-30 Min
9	Cockpit Voice Recorder	1	25 Min	20-30 Min
10	ATC Transponder	2	25 Min	20-30 Min

*) Interval kegiatan TTR yang diasumsikan ± 5 menit

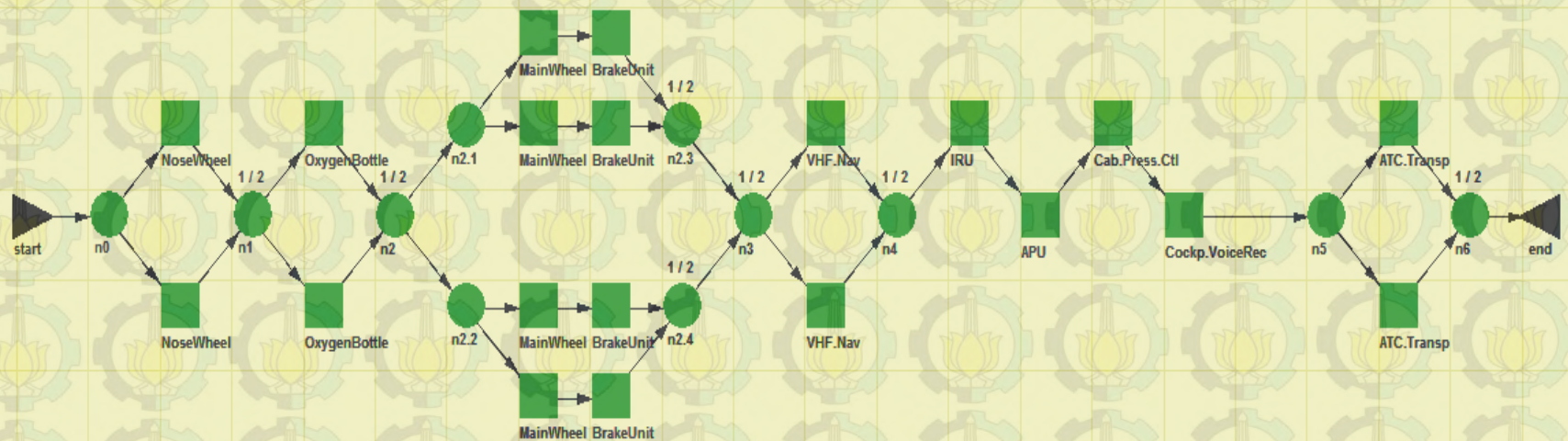
BAB3

METODE PENELITIAN



PEMODELAN

RAPTOR



Tabel DMG (Decision Making Grade)

Dalam DMG terdapat 3 (tiga) klasifikasi kondisi *equipment*, yaitu *low*, *medium* dan *high*

Decision Making Grade Table				
MTTR	Freq.	Low	Medium	High
	Low			
	Medium			
	High			



Grade	Freq = 1/MTBF	MTTR
<i>Low</i>	0-0,001	0-0,5
<i>Medium</i>	0,001-0,01	0,5-2,5
<i>High</i>	0,01-1	2,5-5

TABEL FMEA

POTENTIAL FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS (DESIGN FMEA)

_____ System
 _____ Subsystem
 _____ Component
 Model Years
 Color Team

Design Responsibility
Key Date _____

Job Number: _____
 Prepared By: _____
 FMEA Date (Orig): _____
 (Rev): _____

© Simand 2009. PT. TAKNA. Negeri ITS Surabaya.

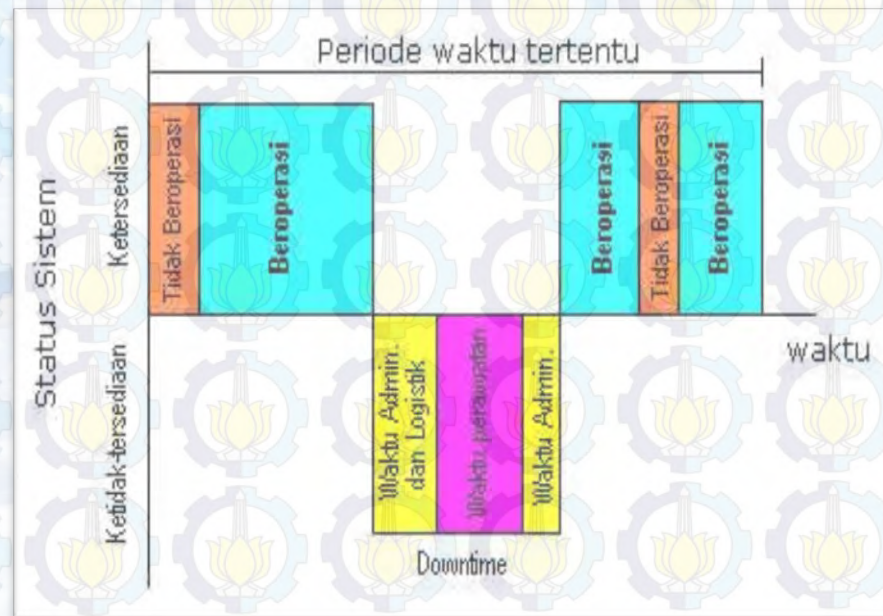
page 1 of 5

[illegible]

BAB 4

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Hasil Running sebagai nilai *Availability*



=

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{\text{Up time}}{\text{Total time}} \\
 &= \frac{\text{Up time}}{\text{Up time} + \text{Down time}} \\
 &= \frac{\text{Average of } (t)}{\text{Average of } (t) + \text{Mean down time}} \\
 &= \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MDT}}
 \end{aligned}$$

Ilustrasi tentang *Availability*

HASIL RUNNING SEBAGAI *Availability Output*

Hasil output dari simulasi dan pemodelan sistem tiap-tiap armada berisi *Availability* output (Ao), *Mean Time Between Down Event* (MTBDE) dan *Mean Down Time* (MDT) adalah sebagai berikut :

PK-MBP s/d PK-MDZ

Analisa DMG, RCM, MTL & FMEA

- ✓ Tabel **DMG** berisi klasifikasi resiko tiap *equipment* di masing-masing armada. Frekuensi kerusakan ($1/\text{MTBF}$) pada kolom atas mendatar dan MTTR pada kolom *vertical*.
- ✓ **RCM** dilakukan untuk mengeliminasi, mengurangi penyebab kerusakan dengan tujuan akhir untuk menentukan kebijakan kegiatan *maintenance* yang sesuai.
- ✓ **Mean Time Limit (MTL) maintenance program** adalah rata-rata batas waktu komponen wajib melaksanakan program perawatan yang sudah dijadwalkan di PT. MNA.
- ✓ **FMEA** adalah pendekatan sistematis yang menerapkan suatu metode pentabelan untuk membantu proses pemikiran yang digunakan oleh *engineers* untuk mengidentifikasi mode kegagalan potensial dan efeknya.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Dari analisa yang menggunakan DMG, RCM dan FMEA terhadap 10 komponen, diperoleh bahwa salah satu faktor penyebab turunnya *Availability* adalah komponen *Nose Wheel* (NW) dan *Oxygen Bottle* (OB). Komponen NW dan OB yang masuk kriteria *medium* dan *high* dengan prosentase *fail* NW 100% dan OB 33,3%; nilai RPN NW : 98&140 dan OB : 70. Sedangkan dari analisa MTL yang masuk dalam klasifikasi *below* untuk NW 11,1% dan OB 100%.
2. Armada yang mendapat prioritas penanganan koreksi lebih detail adalah PK-MBP, PK-MDK dan PK-MDG masing-masing 50% komponen yang mengalami *fail* dalam kriteria *medium* dan *high*, dan berturut-turut 30%, 40% dan 60% terdapat komponen yang masuk dalam klasifikasi *below*.

Lanjutan Kesimpulan dan Saran.....

3. Hasil analisa DMG, RCM dan FMEA, untuk komponen yang masuk dalam kriteria *medium* dan *high* harus dilakukan upaya koreksi agar bisa masuk dalam kriteria *low*. Dari analisa FMEA sendiri memberikan informasi tentang salah satu penyebab tingginya TBF dari komponen OB lebih banyak berasal dari kru kabin&kokpit. Hal ini bisa diindikasikan dari kebocoran tabung, *life time* tabung, penggunaan/*trial* OB ketika sebelum *take off* yang terlalu berlebihan dan tidak menutup kemungkinan ada penyebab lain yang belum dibahas dalam kajian ini.
4. Sedangkan dari hasil analisa MTL untuk komponen yang masuk dalam klasifikasi *below* harus diupayakan menjadi normal atau *higher* dengan acuan MTL *maintenance program* yang sudah berjalan.

Lanjutan Kesimpulan dan Saran.....

Saran

1. Untuk penelitian lebih lanjut diharapkan bisa menggunakan *software* yang sama atau *software* lain dengan versi industri agar lebih detail dan mendekati sistem sesungguhnya.
2. Analisa biaya sebaiknya juga dilakukan untuk mengetahui dari sisi mana saja efisiensi anggaran yang dikeluarkan perusahaan untuk penanganan program perawatan komponen.
3. Peningkatan dan pembinaan pengetahuan serta skill SDM kru kabin&kokpit dalam aktivitas penerbangan perlu dilakukan secara rutin. Hal ini sebagai salah satu upaya untuk menunjang efisiensi dalam penggunaan dan pemanfaatan *equipment* seperti OB dan sebagainya.

SELESAI

